Índice

- Ser vivo.....5
- Niveles de organización de los seres vivos.....16
- Bioquímica inorgánica.....23
- Bioquímica orgánica.....34
- Citología I.....55
- Citología II.....66
- Histología I: Tejidos de cubierta y relleno.....80
- Histología II: Tejidos de conducción y soporte.....100
- Histología III: Tejidos de coordinación.....127
- Coordinación nerviosa I.....142
- Sistema nervioso II: Sistema nervioso periférico.....157
- Sistema sensorial.....166
- Sistema locomotor I y sistema esquelético.....180
- Sistema locomotor II y sistema muscular.....220
- Coordinación química y sistema endócrino.....244
- Coordinación química II.....259
- Sistema cardiovascular.....283
- Intercambio de gases.....302
- Sistema digestivo I.....317
- Sistema digestivo II.....334
- Reproducción humana.....352
- Excreción.....362
- Sistema inmunitario.....375
- Salud y enfermedad.....390

SER VIVO

CAPÍTULO 1

Conocimientos y aptitudes esperados

- Conoce, comprende y valora las características de un ser vivo que los identifican como tal.
- Identifica y diferencia las características que permiten al ser vivo integrarse a su entorno.

Helicocuriosidades

Los misterios de la regeneración en los animales

La **regeneración** de partes del cuerpo dañadas es sorprenderte en algunos animales, especialmente anfibios y algunos peces. El caso más sorprendente es la salamandra que puede regenerar la cola, ambas mandíbulas, el cristalino y la retina, los intestinos y sus patas. Regenera una pata amputada en un mes aproximadamente, gracias a que tiene la capacidad de generar células similares a las células madre. El pez cebra puede regenerar sus aletas, sus escamas, la médula espinal y parte del corazón. En el caso de los mamíferos, todos pueden regeneran su hígado a partir de una parte del mismo (un hígado al que se le ha quitado el 75% se recupera en dos semanas). Los ciervos regeneran anualmente su cornamenta a un ritmo que tiene el record en velocidad de regeneración animal (2 centímetros diarios).

Al inducir la expresión de un canal de iones de potasio en este renacuajo, el equipo de Levin alteró su señalización bioeléctrica ocasionándole la aparición de múltiples brazos.

Una serie de animales potencian la investigación sobre la regeneración humana.

Según un reciente comunicado, las salamandras y otros animales como el cangrejo, las ranas y las estrellas de mar, pueden proporcionar datos clave para hacer regenerar estructuras humanas que han sido perdidas por una amputación o que no existan a causa de agenesia.

La capacidad de producir una célula de una extremidad biológica en una laboratorio requiere tanto conocimiento detallado como funcionalidad técnicas de avanzada, sostuvo el biólogo Michael Levin, quien dirige el Centro de Regeneración biológico del desarrollo de la Universidad Tufts.

Si bien hasta el momento bioingenieros continúan perfeccionando diversas variedades de prótesis, los científicos no descartan la posibilidad de hacer posible en un laboratorio la producción de la regeneración biológica.

Helicoteoría

SER VIVO

Definición de ser vivo

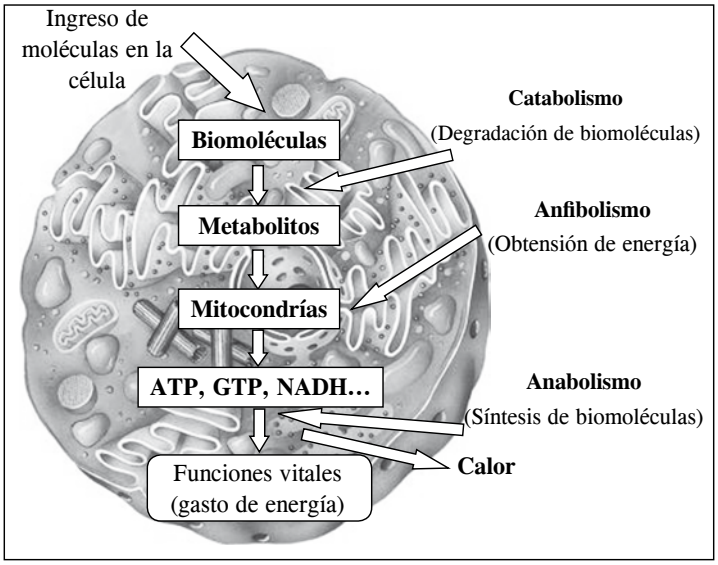
Es una porción de materia autoorganizada (en niveles) capaz de: autorreplicarse (reproducirse), de intercambiar materia y energía con su entorno y procesarla en su beneficio, de mantener el equilibrio con su medio interno y externo, de moverse, de crecer, de relacionarse, de adaptarse y de evolucionar.

Características de un ser vivo

Los seres vivos muestran varias características que nos permiten diferenciarlos de la materia inerte, estas son:

1. Metabolismo

Viene a ser la suma de todas las reacciones químicas que ocurren en las células de todo ser vivo que les permiten intercambiar materia y energía con el entorno. Comprende tres procesos fundamentales.



A) Anabolismo

El anabolismo constituye la fase constructiva del metabolismo, en la cual tiene lugar la biosíntesis enzimática de los componentes moleculares de las células tales como los ácidos nucleicos, las proteínas, los polisacáridos, los lípidos, la biosíntesis de la moléculas orgánicas a partir de estos, precisa del consumo de energía química aportada por el ATP generado durante el catabolismo, el anabolismo implica también formación de enlaces químicos, almacenamiento de energía (endergonia).

Ejemplos

- La fotosíntesis
- La síntesis de proteínas

Recuerda

Los seres vivos son sistemas abiertos intercambian materia y energía con el entorno, como un torbellino o una llama.

Son esencialmente máquinas químicas, regulados por enzimas.

Han de construirse a sí mismos: Obtener energía y materiales.

Hasta los organismos más sencillos de tipo bacteriano tienen más de 1000 reacciones químicas diferentes.

B) Catabolismo

El catabolismo es la fase degradativa del metabolismo, en la que moléculas nutritivas complejas y relativamente grande como glúcidos, lípidos, y proteínas que provienen o bien del entorno celular o bien de los propios depósitos de reserva de un organismo, se degradan para producir moléculas mas sencillas tales como monosacáridos, aminoácidos, ácidos grasos, ácido láctico, ácido acético, amoniaco o urea. El catabolismo va acompañado de la liberación de la energía química (exergonia), inherente a la estructura de las moléculas orgánicas nutritivas y a su conservación de forma de la molécula de adenosín trifosfato (ATP) a la que se la ha transferido la energía producto de la degradación de las moléculas complejas.

Ejemplos

- La respiración celular
- La beta oxidación de ácidos grados

C) Anfibolismo

O metabolismo intermediario, que es el conjunto de reacciones en que los productos de hidrólisis del catabolismo y algunos nutrientes son transformados en ácidos orgánicos, ésteres fosfóricos y otros compuestos como aminoácidos.

Ejemplos

- Procesos intermedios: Glucosa-fosfato, fosfoenolpiruvato, piruvato, acetil CoA

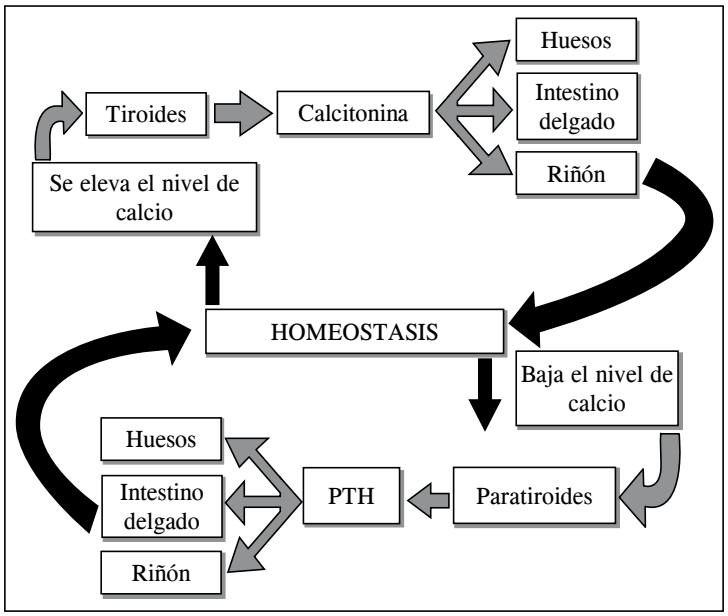
2. Homeostasis

Este término fue introducido por W. B. Cannon en 1932, y viene a ser el mantener constantes las condiciones en el medio interno con respecto a los cambios externos e internos; necesario para la vida.

La homeostasis y la regulación del medio interno constituyen uno de los preceptos fundamentales de la biología puesto que un fallo en la homeostasis deriva en un mal funcionamiento de los diferentes órganos.

Ejemplos

- Regulación de la temperatura del organismo (en animales homeotermos) a cargo del hipotálamo.
- Regulación de la glicemia (nivel de glucosa en la sangre) a cargo de las hormonas insulina y glucagón producidas por el páncreas.
- Regulación de la calcemia (nivel de calcio en la sangre) a cargo de las hormonas calcitonina (hipocalcemiante) producida por la glándulas tiroides y parathormona (hipercalcemiante) producida por las glándulas paratiroides.



3. Crecimiento

Características que implica un aumento del tamaño o volumen de un ser vivo, determinado por hormonas, nutrición y herencia.

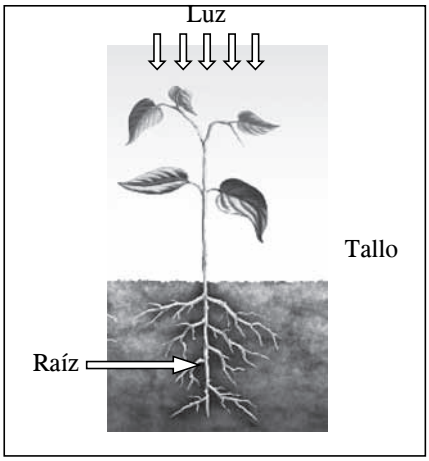
El crecimiento puede durar toda la vida del organismo como en los árboles, o restringirse a cierta etapa y hasta cierta altura, como en la mayoría de los animales.

Los organismos multicelulares pasan por un proceso más complicado: diferenciación y organogénesis. En todos los casos, el crecimiento comprende la conversión de materiales adquiridos del medio en moléculas orgánicas específicas del cuerpo del organismo que las captó.

El crecimiento puede ser de dos formas:

A) Crecimiento por hiperplasia: Se da por aumento en el número de células, es propio del tejido adiposo.

B) Crecimiento por hipertrofia: Se da por aumento del tamaño celular, como es el caso de los músculos o del tejido adiposo.



4. Movimiento

Es el cambio de posición de una parte o de todo un organismo determinado por un estímulo, el movimiento se puede dar a favor o en contra del estímulo. El movimiento puede ser espontáneo como la ciclosis o movimiento citoplasmático.

Los seres vivos se mueven de diferentes formas como:

A) Tropismos

Es la orientación del crecimiento a favor (positivo) o en contra (negativo) de un estímulo, es propio de vegetales y puede ser:

- Fototropismo: El estímulo es la luz (el tallo tiene fototropismo positivo).
- Geotropismo: El estimulo es la gravedad (la raíz tiene geotropismo o gravitropismo positivo).
- Tigmotropismo: Se da por el contacto con un sólido (en las plantas trepadoras los zarcillos inhiben su crecimiento al tomar contacto con una superficie).

B) Tactismos

Movimiento de orientación en respuesta a un estímulo en una dirección determinada por la del estímulo; se observa en animales, algunas plantas inferiores y células sexuales masculinas de musgos o helechos. Los tactismos se denominan de acuerdo al tipo de estimulo. Se distinguen: fototactismo, gravitactismo, hidotactismo y tigmotactismo.

Como en los tropismos, las respuestas o movimientos que experimentan los animales invertebrados pueden ser de acercamiento o de alejamiento hacia el estímulo. Se habla de tactismo positivo cuando el movimiento del animal se dirige hacia el estímulo, y de tactismo negativo si el movimiento tiende a alejarse del estímulo.

C) Nastias

Son movimientos que realizan ciertos órganos de la planta, provocados por algún agente externo. A diferencia de los tropismos, en las nastias no influye la dirección del estímulo y la deformación no es permanente, sino transitoria. Dependiendo del estímulo, y la deformación no es permanente, sino transitoria. Dependiendo del estímulo, las nastias se clasifican en:

- **Fotonastias:** El estímulo es la luz. Producen la apertura y cierre de la corola de algunas flores.

  Ejemplo

  - Dondiego de noche y dondiego de día, girasol

- **Termonastias:** Las plantas son estimuladas por la temperatura, como los tulipanes se abren o se cierran según la temperatura.

- **Sismonastias:** La planta responde a estímulos táctiles y reacciona ante un contacto más o menos leve.

  Ejemplo

  - Las plantas carnívoras

- **Cimonastias:** Se cierra cuando hay un golpe.

  Ejemplo

  - El girasol

- **Hidronastias:** Cuando se le echa agua a una planta que está un poco marchita y se pone turgente.

5. Relación

Las funciones de relación de todos los seres vivo permiten al organismo relacionarse con el medio y elaborar una respuesta sea favorable o no, están las funciones de

- **Sensibilidad o irritabilidad**

  Capacidad que poseen todos los organismos de captar un estímulo del mundo físico o del propio cuerpo y elaborar una respuesta, por ejemplo en los vegetales la raíz tiene *geotropismo positivo* porque el estímulo (humedad-gravedad) es favorable y hacen que la raíz se aleje de la luz, en cambio, el tallo posee un *fototropismo* positivo porque siempre crece en sentido de la luz solar.

- **Locomoción**

  Que consiste en el traslado de un lugar a otro, por ejemplo, algunos microorganismos (protozoos ciliados y flagelados), utilizan los *cilios* y los *flagelos* para el transporte de un medio a otro, entre células germinales, los espermatozoides están dotados de flagelo para encontrar el óvulo en el momento de la fecundación.

- **Adaptación**

  Una adaptación biológica es el proceso (y resultado) de la evolución natural de un organismo, a través de la selección natural, que puede ser: una estructura anatómica, procesos fisiológicos o comportamiento específico como resultado de la exposición de los organismos, a estímulos prolongados.

  Una adaptación resulta en una mejor adecuación de una población en su hábitat. Este proceso se da a través de varias generaciones. La adaptación es uno de los dos principales procesos que explican la diversidad de las especies, la otra es la especiación (causada por aislamiento geográfico u otros mecanismo). Todas las adaptaciones ayudan a los organismos a sobrevivir en su nicho ecológico.

  Tipos de adaptación

  - **Morfológica o estructural:** Son características físicas de un organismo.

    Ejemplos
    - Forma
    - Cobertura del cuerpo

- **Fisiológica o funcional:** Permiten a un organismo a realizar funciones especiales.

  Ejemplos
  - Elabora veneno
  - Fototropismo

  También funciones más generales como crecimiento y desarrollo, regulación de la temperatura, balance iónico.

- **Etológica o de comportamiento:** Están compuestas por cadenas de comportamientos heredados y/o la habilidad de aprender.

  Ejemplos
  - Búsqueda de alimento
  - Apareamiento
  - Vocalización

6. Reproducción

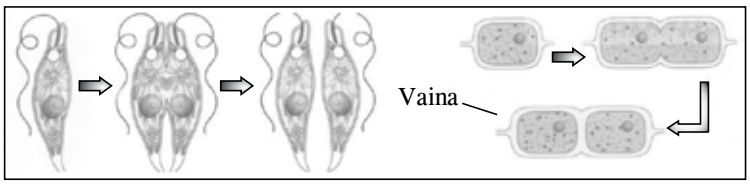
Proceso vital a través del cual se forman descendientes idénticos (reproducción asexual) o semejantes (reproducción sexual) a sus progenitores con el objetivo de mantener y perpetuar la especie a través del tiempo, existen dos tipos de reproducción: sexual y asexual.

Reproducción sexual	Reproducción asexual
Se da con intervención de gametos o células sexuales y se caracteriza porque: • Intervienen dos progenitores. • Hay mezcla genética. • Hay variabilidad genética.	Se da con intervención de gametos o células sexuales y se caracteriza porque: • Intervienen dos progenitores. • Hay mezcla genética. • Hay variabilidad genética.

La reproducción asexual se da de diferentes formas tales como:

- **Bipartición**

  Es la división del organismo en dos partes, que se desarrollan como individuos separados. La unidad vegetativa es todo el organismo. Este es el proceso de reproducción habitual en los organismos unicelulares, es decir, la división celular.



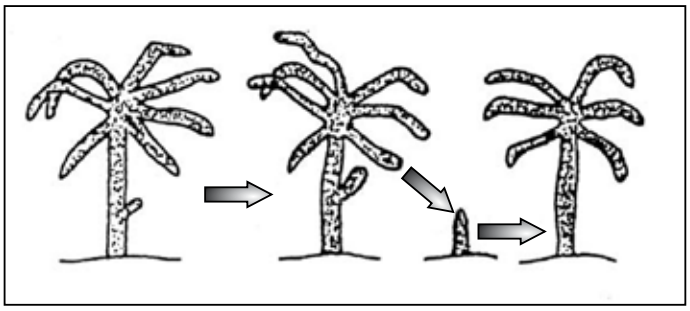
- **Fragmentación**

  Consiste en la separación de una parte del organismo que se desarrolla como un individuo independiente. La unidad vegetativa, pues, un fragmento del organismo.

Estolones Tallos delgados que crecen horizontalmente sobre la superficie del suelo y dan lugar a nuevos individuos.	**Rizomas** Son tallos subterráneos que crecen horizontal, para formar nuevos individuos.

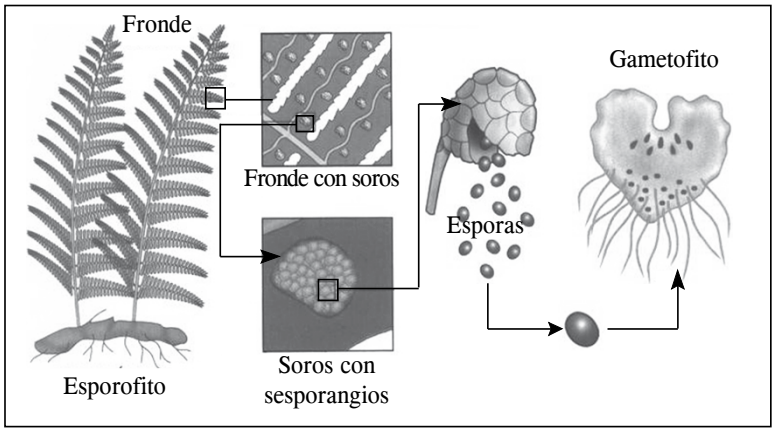
- **Gemación**

  Es la formación de un individuo a partir de una yema. La yema es una pequeña porción del organismo que se desarrolla independientemente y forma un nuevo individuo que se desprenderá o bien quedara unido al progenitor.



- **Esporulación**

  Es la reproducción mediante esporas. Una espora es una unidad vegetativa muy simple, se trata de una célula que tiene citoplasma muy reducido y una envolturas gruesas y resistentes que le permite soportar condiciones desfavorables, como temperaturas extremas y ausencia de agua y nutrientes. Cuando las condiciones vuelvan a ser favorables, la espora germina desarrollando un nuevo individuo completo.



7. Evolución

La evolución biológica es el conjunto de transformaciones o cambios a través del tiempo que ha originado la diversidad de formas de vida que existen sobre la Tierra a partir de un antepasado común.

La palabra evolución para describir tales cambios fue aplicada por vez primera en el siglo XVIII por el biólogo suizo Charles Bonnet en su obra *Consideratión sur les corps organisés*. No obstante, el concepto de que la vida en la Tierra evolucionó a partir de un ancestro común ya había sido formulado por varios filósofos griegos, y la hipótesis de que las especies se transforman continuamente fue postulada por numerosos científicos de los siglos XVIII y XIX, a los cuales Charles Darwin, en 1859, quien sintetizó un cuerpo coherente de observaciones que consolidaron el concepto de la evolución biológica en una verdadera teoría científica.

Recuerda

Actualmente, la teoría de la evolución combina las propuestas de **Darwin y Wallace** con las leyes de **Mendel** otros avances posteriores en la genética; por eso se la denomina **síntesis moderna o teoría sintética.** Según esta teoría, la evolución se define como un cambio en la frecuencia de los alelos de una población a lo largo de las generaciones. Este cambio puede ser causado por diferentes mecanismos, tales como la selección natural, la deriva genética, la mutación y la migración o flujo genético.

La teoría sintética recibe en la actualidad una aceptación general de la comunidad científica, aunque también algunas críticas.

Problemas resueltos

1. ¿Qué viene a ser el metabolismo?

Resolución

Es la suma de todas las reacciones químicas que ocurren en las células.

2. ¿En qué consiste la homeostasis?

Resolución

Mantener constantes la condiciones en el medio interno de un organismo.

3. Defina qué es irritabilidad.

Resolución

Es la respuesta inmediata ante un estímulo con un movimiento violento.

Helicopráctica

1. Escriba tres ejemplos de homeostasis.

_____

_____

_____

2. ¿En qué consiste la hiperplasia?

_____

_____

_____

3. Las nastias son propias de

_____

_____

_____

4. El anabolismo implica

_____

_____

_____

5. La reproducción por fragmentación se da en

_____

_____

_____

6. ¿A qué llamamos anfibolismo?

_____

_____

_____

7. La reproducción sexual se da con la intervención de

_____

_____

_____

8. La cimonastia se da cuando

_____

_____

_____

Helicotaller

Nivel I

1. El oso polar está adaptado al frío por

A) su pelaje.
B) su grasa.
C) su tamaño.
D) A y B
E) B y C

2. La digestión es un ejemplo de

A) catabolismo.
B) anabolismo.
C) síntesis.
D) oxidación.
E) A y C

Nivel II

3. La generación es una forma de reproducción

A) sexual.
B) asexual.
C) cariogámica.
D) regenerativa.
E) T. A.

4. Los músculos se desarrollan por

A) hiperplasia.
B) hipertrofia.
C) desplazamiento.
D) acomodación.
E) inflación.

5. Son movimientos a favor o en contra de un estímulo.

A) Tropismos
B) Nastias
C) Tactismos
D) A y B
E) B y C

Nivel III

6. La evolución convergente se prueba por la presencia de órganos

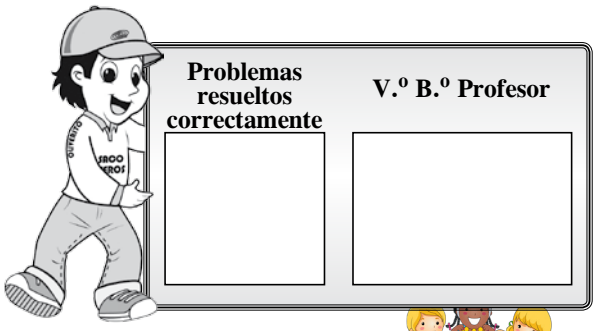
A) vestigiales.
B) homólogos.
C) análogos.
D) rudimentarios.
E) A y B

7. La modificación del organismo como resultado de la exposición a un estímulo prolongado es la

A) evolución.
B) adaptación.
C) selección.
D) competencia.
E) muerte.

8. Síntesis corresponde a

A) anabolismo.
B) catabolismo.
C) adaptación.
D) tropismo.
E) involución.



Autoevaluación

Nivel I

1. Se define como el conjunto de reacciones químicas que se producen en un ser vivo.

A) Crecimiento
B) Homeostasis
C) Irritabilidad
D) Metabolismo
E) A y B

2. El equilibrio interno de un ser vivo corresponde a el (la)

A) irritabilidad.
B) sensibilidad.
C) homeostasis.
D) metabolismo.
E) tropismo.

3. El aumento de tamaño y volumen de un individuo toma el nombre de

A) crecimiento.
B) irritabilidad.
C) homeostasis.
D) adaptación.
E) N. A.

Nivel II

4. Los cambios paulatinos que se dan en un organismo con la finalidad de adaptarse a su medio se conoce con el nombre de

A) poblamiento.
B) dispersión.
C) evolución.
D) crecimiento.
E) migración.

5. Los protozoarios se desplazan por

A) pseudópodos.
B) cilios.
C) flagelos.
D) A y B
E) A, B y C

6. La reacción de una flor que se cierra al tocarla, corresponde a

A) tropismo.
B) tactismo.
C) nastia.
D) adaptación.
E) B y C

Nivel II

7. La fotosíntesis corresponde a un metabolismo de tipo

A) anabolismo
B) catabolismo.
C) anfibólico.
D) A y B
E) B y C

8. El fosfoenolpiruvato es producto del

A) anabolismo.
B) catabolismo.
C) anfibolismo.
D) evolución.
E) adaptación.

Desafío helicoidal

9. ¿Cómo se da la homeostasis?

_____

_____

_____

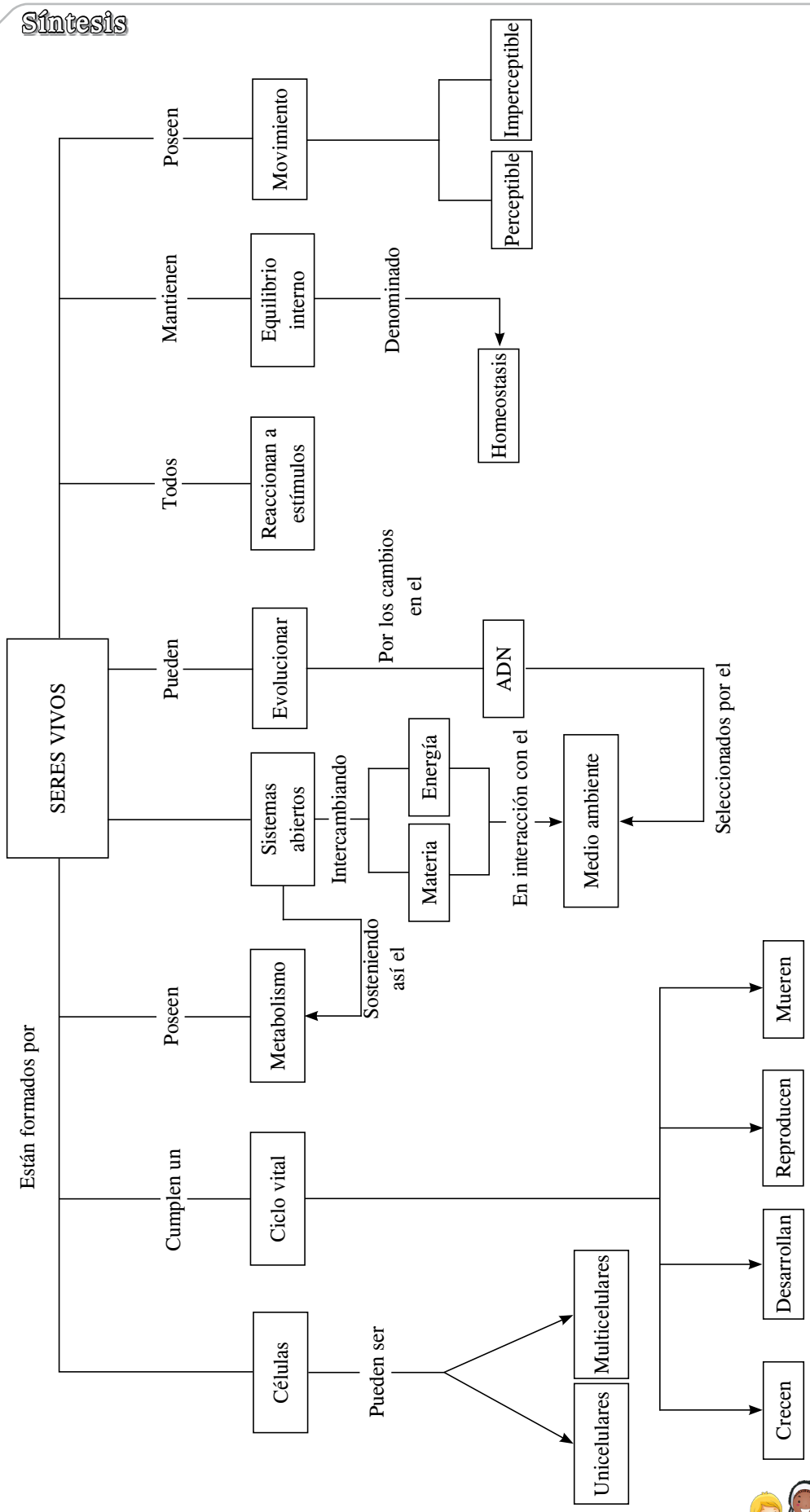
10. Explique en qué consiste la reproducción asexual por esporulación.

_____

_____

_____

Síntesis


SERES VIVOS
Están formados por
Poseen
Movimiento
Imperceptible
Perceptible
Mantienen
Equilibrio interno
Denominado
Homeostasis
Todos
Reaccionan a estímulos
Pueden
Evolucionar
Por los cambios en el
ADN
Seleccionados por el
Sistemas abiertos
Intercambiando
Energía
Materia
En interacción con el
Medio ambiente
Sosteniendo así el
Poseen
Metabolismo
Cumplen un
Ciclo vital
Mueren
Reproducen
Desarrollan
Crecen
Células
Pueden ser
Multicelulares
Unicelulares

NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LOS SERES VIVOS

CAPÍTULO 2

Conocimientos y aptitudes esperados

- Conoce los niveles de organización de los seres vivos, valorando ser parte del entorno.
- Identifica los grados de complejidad de los sistemas biológicos a fin de entender su función.

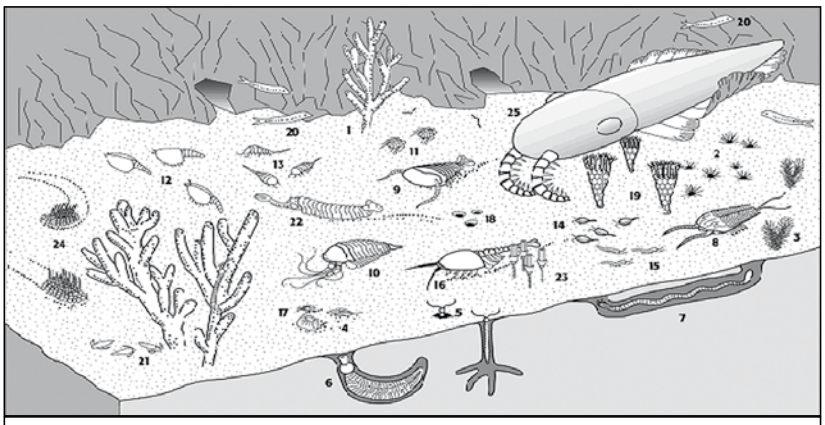
Helicocuriosidades

La fauna de Burgess

Si tuviéramos la oportunidad de volver a un momento del pasado, el periodo previo al Cámbrico sería sin duda uno de los más atractivos. En el Cámbrico, hace 500 millones de años, se produce la gran explosión en el registro fósil de los primeros animales pluricelulares con partes duras. Darwin se preguntaba por qué estos primeros animales eran ya anatómicamente complejos y sin precursores aparentes.

La respuesta está en el yacimiento de Burgess Shale, situado en las montañas rocosas canadienses. Debido a condiciones muy especiales de conservación, aquí se encuentra la única fauna de cuerpo blando (sin estructuras duras) que existe de un tiempo inmediatamente anterior a la explosión cámbrica.

La gran sorpresa de Burgess Shale es que las pocas especies analizadas contienen una disparidad de diseños anatómicos que exceden, con mucho, la gama moderna que hay en todo el mundo. En ninguna fauna posterior se repite la riqueza anatómica de este yacimiento. De los 120 géneros analizados, 20 son diseños de artrópodos únicos, y además de estar representados a los 4 grupos de animales que hoy existen, hay 8 diseños que no encajan en ningún grupo animal conocido. La época de Burgess Shale parece ser que fue un tiempo asombroso de experimentación, una era de gran flexibilidad evolutiva, que fue seguido de una gran extinción.



Biota del Burgess Shale:

Esponja Vanuxia (1), Choia (2), Pirania (3); Braquiópodos Nisusia (4); Polychaetes Burgessochaeta (5); Prapuloideo Ottia (6), Louisella (7); Trilobites Olenoides (8); Other artrópodos sidneyia (9), Leanchoilia (10), Marella (11), Canadaspis (12), Molaria (13), Burgessia (14); Yohola (15), Waptia (16), Aysheaia (17); Moluscos Scenella(18); equinodermos Echmatocrinus (19); Cordados Pikaia (20); junto a Haplophrentis (21), Opabina (22), Lofoforados Dinomischus (23), Protoanelidos Wiwaxia (24); y Anomalocaridos Laggania cambria (25).

Los fósiles de Burguess Shale Pizarras de Briggs, Erwin y Collier, 1994.

Helicoteoría

NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LOS SERES VIVOS

En la materia viva existen varios grados de complejidad, denominados niveles de organización. Dentro de los mismos se pueden diferenciar niveles abióticos (materia no viva) y niveles bióticos (materia viva, es decir, con las tres funciones propias de los seres vivos). Los diferentes niveles serían:

I. Nivel químico

Comprenden los componentes abióticos, que son:

1. Nivel subatómico

Integrado por las partículas subatómicas que forman los elementos químicos (protones, neutrones, electrones).

2. Nivel atómico

Son los átomos que forman los seres vivos y que denominamos bioelementos. Del total de elementos químicos del sistema periódico, aproximadamente un 70% de los mismos los podemos encontrar en la materia orgánica. Esto bioelementos los podemos agrupar en tres categorías.

- Bioelementos primarios: función estructural.
- Bioelementos secundarios: función estructural y catalítica.
- Oligoelementos o elementos vestigiales: función catalítica.

3. Nivel molecular

En este nivel se incluyen las moléculas, formadas por la agrupación de átomos (bioelementos). A las moléculas orgánicas se les denomina biomoléculas o principios inmediatos. Estos principios inmediatos son los monómeros que forman las macromoléculas los podemos agrupar en dos categorías:

- Inorgánicos (agua, sales minerales, iones, gases)
- Orgánicos (monosacáridos, aminoácidos, nucleótidos, ácidos grasos, alcoholes-glicerol, esfingosina, dolicol, etc.)

4. Nivel macromolecular

Incluye las macromoléculas que resultan de la unión covalente de monómeros, estos son:

- Polisacáridos: Resultan de la unión de los monosacáridos por enlace glucosídico.
- Proteínas: Resultan de la unión de aminoácidos por enlace peptídico.
- Lípidos: Resultan de la unión de ácidos grasos y un alcohol por enlace peptídico.
- Ácidos nucleicos: Resultan de la unión de nucleótidos por enlace fosfodiéster.

5. Nivel supramolecular

Este nivel agrupa estructuras que resultan de la unión de macromoléculas, dichas estructuras cumplen diferentes funciones en las células, estas son:

- Membranas
- Cromosomas
- Ribosomas
- Cilios
- Centrosoma
- Flagelos

II. Nivel biológico

Incluye los componentes bióticos, que son:

1. Nivel celular

Donde nos encontramos a la célula (primer nivel con vida). Dos tipos de organizaciones celulares:

- Eucariotas (células animales y vegetales)
- Procariotas (cianobacterias y bacterias)

Los organismos unicelulares (por ejemplo, los protozoos) viven en perfecta autonomía en el medio, pero en ocasiones nos podemos encontrar agrupaciones de células, las colonias, que no podemos considerar como seres pluricelulares por que a pesar de estar formados por miles de células cada una vive como un ser independiente.

2. Nivel pluricelular (histológico)

Constituido por aquellos seres formados por más de una célula. Surge de la diferenciación y especialización celular. En él encontramos, los tejidos que son conjuntos de células de origen y forma parecidas que realizan las mismas funciones, los tejidos pueden ser:

- Tejidos animales: Epitelial, conjuntivo, muscular y nervioso.
- Tejidos vegetales: Embrionarios o meristemáticos y adultos como: El tejido protector (epidermis y súber), tejido conductor (xilema y floema), tejido de sostén (colénquima y esclerénquima), tejido secretor.

3. Nivel orgánico

Comprende los órganos, son un conjunto de tejidos diferentes que realizan funciones concretas.

Ejemplos

- Dientes
- Cerebro
- Lengua
- Raíz
- Estómago
- Tallo
- Corazón
- Hojas

4. Nivel sistémico

Comprende los sistemas, que son conjuntos de órganos constituidos por los mismos tejidos que cumplen funciones independientes relacionadas con la homeostasis.

Ejemplos

- Sistema nervioso
- Sistemas endocrino
- Sistema digestivo
- Sistema reproductor

5. Nivel de individuos

Comprende sistemas biológicos, integrados totalmente independientes, evolucionados y adaptados a su medio.

Ejemplos

- Insectos
- Aves
- Algas
- Mamíferos
- Hongos
- Peces

III. Nivel ecológico

Incluye los niveles superiores de organización referidos a la integración de los individuos su entorno.

1. Nivel de población

Una población es un grupo de individuos de la misma especie (aquellos que son capaces de reproducirse entre sí y tener descendencia fértil) se agrupan en poblaciones que coinciden en el tiempo y en el espacio.

2. Nivel de comunidad (biocenosis)

Una comunidad es un conjunto de poblaciones de diferentes especies que viven en un territorio cuyos límites coinciden.

Ejemplos

- Comunidad biótica del lago Titicaca
- Comunidad biótica de los manglares de Tumbes
- Comunidad biótica de los pantanos de Villa

3. Nivel de ecosistema

Las poblaciones se asientan en una zona determinada donde se interrelacionan con otras poblaciones (*comunidad* o *biocenosis*) y con el medio no órganico (biotopo). Esta asociación configura el llamado *ecosistema*, objeto de estudio de los biólogos.

Los ecosistemas son tan grandes o tan pequeños como queramos, sin embargo el gran ecosistema terrestre lo forman la **biósfera** (biocenosis) y el astro Tierra (**biotopo**).

Problemas resueltos

1. ¿A qué nivel de organización pertenecen los ribosomas?

Resolución

Un ribosoma está compuesto por proteínas y ARN por lo tanto, pertenece al nivel de organización químico supramolecular.

2. ¿En que se asemeja la materia inanimada a la materia viva?

Resolución

Toda la materia que existe está formada por átomos.

3. ¿A qué nivel de organización pertenece un organismo formado por una colonia de células?

Resolución

Una colonia de células no es un organismo, por lo tanto, pertenece al nivel celular.

Helicopráctica

1. Un ecosistema es

_____

_____

_____

2. ¿Cuáles son los componentes del biotopo?

_____

_____

_____

3. ¿A qué se llama biocenosis?

_____

_____

_____

4. Los ribosomas corresponde al nivel

_____

_____

_____

5. La secuencia de menor a mayor es individuo _____, comunidad _____.

6. Una población es

_____

_____

_____

7. Las moléculas que componen a las proteínas son los

_____

_____

_____

8. Una célula está en el nivel

_____

_____

_____

Helicotaller

Nivel I

1. El conjunto de órganos origina al

A) individuo.
B) aparato.
C) sistema.
D) tejido.
E) B y C

2. El nivel de organización que presentó una semilla es

A) celular.
B) organismo.
C) molecular.
D) supramolecular.
E) A y C

Nivel II

3. Con respeto a los niveles de organización entre células y órganos se encuentran los (las)

A) sistemas.
B) organelas.
C) moléculas.
D) tejidos.
E) especies.

4. Es una secuencia correcta.

A) Población - biotopo - especie
B) Especie - población - comunidad
C) Comunidad - ecosistema - célula
D) Ecosistema - población - biósfera
E) Tejidos - órganos - moléculas

5. La agrupación de una comunidad y de sus componentes abióticos que lo rodean constituyen

A) una población.
B) un ecosistema.
C) la biósfera.
D) una comunidad.
E) el biotopo.

Nivel III

6. De las siguientes proposiciones, ¿cuál(es) corresponde(n) a los niveles de organización?

I. Virus II. Bacterias III. Protozoos

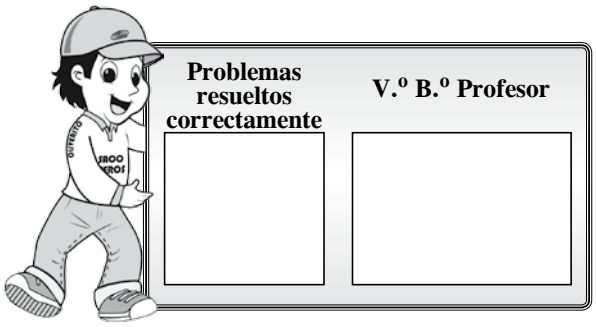
A) Solo I B) II y III C) I y II
D) II y III E) Solo II

7. ¿Cuál de los siguientes niveles es considerado máximo dentro de una organización?

A) Nivel celular
B) Nivel tisular
C) Nivel de ecosistema
D) Nivel de población
E) Nivel de organismo

8. Es un agregado supramolecular.

A) La célula
B) Los virus
C) Las bacterias
D) El ADN
E) El almidón



Autoevaluación

Nivel I

1. El conjunto de átomos forma una

A) molécula.
B) supramolécula.
C) macromolécula.
D) célula.
E) A y C

2. Es una asociación supramolecular.

A) Carbono
B) Agua
C) Glucosa
D) Ribosoma
E) Célula

3. Los ribosomas están en el nivel

A) orgánico.
B) sistémico.
C) celular.
D) asociación supramolecular.
E) biomolécula.

Nivel II

4. Ordene el nivel de organización en los seres vivos.

I. Células II. Biomoléculas
III. Bioelementos IV. Tejidos

A) I, II, III, IV
B) II, I, III, IV
C) III, II, I, IV
D) III, IV, I, II
E) IV, III, II, I

5. Con un conjunto de tejidos organizados para cumplir una función se denomina

A) tejido.
B) órgano.
C) sistema
D) individuo.
E) población.

6. Las partículas subatómicas se agrupan formando

A) células.
B) moléculas.
C) agregados.
D) macromoléculas.
E) átomos.

Nivel II

7. El *Paramecium* se ubica en el nivel

A) celular.
B) tisular.
C) molecular.
D) orgánico.
E) macromolecular.

8. El nivel de organización de mayor jerarquía es el

A) tisular.
B) supramolecular.
C) macromolecular.
D) quartz.
E) población.

Desafío helicoidal

9. Explique qué es una especie.

_____

_____

_____

10. ¿Cómo interactúan los miembros de una comunidad?

_____

_____

_____

11. Explique cómo se integra el nivel químico.

_____

_____

_____

Síntesis

Esquematización sobre la organización de los seres vivos		
Nivel químico	Nivel biológico	Nivel ecológico
Bioelementos C H O N Bioelementos Proteínas $NH_2 - C(H)(R_1) - COOH$ Macromoléculas Estructura secundaria Proteínas Estructura terciaria Estructura primaria Estructura cuaternaria Asociación supramolecular Ribosomas Subunidad pequeña Subunidad grande	Individual Organológico Hígado Tisular Tejídos Membrana celular Citoplasma Orgánulos Núcleo Célula eucariotica Celular	Poblacional Comunidad Ecosistema Biósfera Tierra (Planeta)

BIOQUÍMICA INORGÁNICA

CAPÍTULO 3

Conocimientos y aptitudes esperados

- Conoce y comprende el rol de los bioelementos en las funciones del organismo.
- Comprende y valora el papel del agua en la vida y la conservación de la salud.

Helicocuriosidades

Entrevista a un dentista

— Alumno: ¿Cuáles son los elementos químicos que conforman el área de los dientes de nuestro cuerpo?

— Doctora: Los elementos que tienen los dientes son: calcio (Ca), zinc (Zn) y fósforo (P).

— Alumno: ¿Qué funciones realizan dichos elementos?

— Doctora: Dan estructura y dureza a los tejidos dentales.

— Alumno: ¿Cómo se obtienen los elementos químicos?

— Doctora: Por medio de los alimentos como por ejemplo: el Ca por tomar leche, comer huevo, y derivados, el P comiendo plátano y jitomates.

— Alumno: ¿Qué consecuencias tendremos si faltan esos elementos?

— Doctora: Se hacen débiles y quebradizos, hay deformaciones al formarse los tejidos dentales.

— Alumno: Y para terminar ¿Cuándo nos ponemos pasta dental y demás productos tiene que ver con estos elementos?

— Doctora: No, porque los elementos que te mencione se conservaron en los dientes, y con su esmalte quedan internos el Ca, Zn y P.

— Alumno: ¡Muchas gracias doctora!

— Doctora: De nada, para servirte.

Helicoteoría

BIOQUÍMICA

Definición

Es la ciencia biológica que estudia la composición química de los seres vivos.

Importancia de la bioquímica

Es importante porque

- Permite conocer la estructura y el comportamiento de las biomoléculas.
- Permite conocer las reacciones metabólicas que ocurren en las células.
- Permite conocer los procesos patológicos en los seres vivos.

Todos los seres vivos se componen de las mismas sustancias que conocemos como **biomoléculas** las que a su vez están compuestas por elementos químicos que conocemos como **bioelementos.**

Bioquímica inorgánica

Estudia los bioelementos y las biomoléculas inorgánicas.

Bioelementos

- Son las sustancias simples compuestas por el mismo tipo de átomos que componen la estructura de las biomoléculas.
- De los aproximadamente 100 elementos químicos que existen en la naturaleza, unos 70 se encuentran en los seres vivos. De estos, solo unos 22 se encuentran en todos en cierta abundancia cumplen una cierta función.

Características de los bioelementos

Se caracterizan porque

1. Los elementos biogenéticos son todos **solubles en agua**, ya sea como elementos, iones o en algún compuesto derivado.

2. Propiedades fisicoquímicas

Los elementos biogenéticos tienen:

- Bajo de peso atómico (ninguno rebasa el peso del yodo, 126,9)
- Bajo peso específico
- Calor específico elevado

Estas propiedades hacen que los compuestos que forman sean capaces de contener un máximo de energía en el mínimo posible de masa.

3. Relación con el carbono

Este elemento tiene propiedades químicas que lo hacen adecuado como base de la estructura de las moléculas que forman los seres vivos. Sin lugar a dudas, muchos elementos son biogenéticos por la forma como se enlazan o relacionan con el carbono.

Clasificación de los bioelementos

La materia viva está constituida por unos 70 elementos. Estos elementos se llaman bioelementos, que se les clasifica en dos grandes grupos, que son:

I. Bioelementos primarios

Son los más abundantes, constituyen el 99% del peso de un ser vivo. Se subdividen en:

A) Básicos

Llamados también organógenos, porque intervienen directamente en la formación de las moléculas biológicas como los Glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Estos son:

- **Carbono (C)**

  Constituye el esqueleto, armazón o columna vertebral de las biomoléculas.

- **Hidrógeno (H)**

  A través de enlaces covalentes se une fácilmente al carbono almacenando gran cantidad de energía.

- **Oxígeno (O)**

  Oxida moléculas, rompiendo enlaces químicos para liberar energía útil. Se obtiene en la fase luminosa de la fotosíntesis.

- **Nitrógeno (N)**

  Elemento primordial en la formación de las proteínas que son las moléculas plásticas de los seres vivos. Componen también la estructura de las bases nitrogenadas componentes importantes de los nucleótidos que van a formar los ácidos nucleicos. Es el elemento más escaso de la materia viva. Prácticamente todo el nitrógeno es incorporado al mundo vivo como ion nitrato, por las plantas. El gas nitrógeno solo es aprovechado por algunas bacterias del suelo y algunas cianobacterias.

B) Complementarios

Contribuyen a la formación de las biomoléculas.

- **Fósforo (P)**

  Se halla principalmente como grupo fosfato (PO_4^{3-}) formando parte de los nucleótidos. Forma enlaces ricos en energía que permiten su fácil intercambio (ATP), interviene también en la composición de dientes y huesos.

- **Azufre (S)**

  Se encuentra sobre todo como radical sulfhidrilo (–SH) formando parte de muchas proteínas, donde crean enlaces o puentes disulfuro esenciales para la estabilidad de la estructura terciaria y cuaternaria. También se halla en la coenzima A, esencial para diversas rutas metabólicas universales, como el ciclo de Krebs.

II. Bioelementos secundarios

Solo constituyen el 1% del peso de un ser vivo. Se subdividen en:

A) Macroconstituyentes

Son los más abundantes de los secundarios, estos son:

- **Calcio (Ca)**

  Forman parte de los carbonatos de calcio de estructuras esqueléticas. En forma iónica intervienen en la contracción muscular, coagulación sanguínea y transmisión del impulso nervioso.

- **Magnesio (Mg)**

  Forma parte del grupo fitol de la molécula de clorofila que capta la luz en la fase luminosa de la fotosíntesis, y en forma iónica actúa como catalizador, junto con las enzimas, en muchas reacciones químicas del organismo.

- **Sodio (Na)**

  Catión abundante en el medio extracelular; necesario para conducción nerviosa y la contracción muscular, participa en la regulación de la presión osmótica de la célula.

- **Potasio (K)**

  Catión más abundante en el interior de las células; necesario para la conducción nerviosa y la contracción muscular, participa en la regulación del equilibrio hídrico en las células y como cofactor.

- **Cloro (Cl)**

  Anión extracelular más frecuente; necesario para mantener el balance de agua en la sangre y fluído intersticial, interviene en la regulación de la presión osmótica celular.

B) Microconstituyentes

Se encuentran en una mínima proporción en los seres vivos por que se les llama también elementos trazas, estos son:

- **Hierro (Fe)**

  Fundamental para la síntesis de clorofila, catalizador en reacciones químicas y formando parte de citocromos que intervienen en la respiración celular, y en la hemoglobina que interviene en el transporte de oxígeno.

- **Manganeso (Mn)**

  Interviene en la fotólisis del agua, durante el proceso de fotosíntesis en las plantas.

- **Yodo (I)**

  Necesario para la síntesis de la tiroxina, hormona que interviene en el metabolismo.

- **Flúor (F)**

  Forma parte del esmalte dentario y de los huesos.

- **Cobalto (Co)**

  Forma parte de la vitamina B_{12}, necesaria para la síntesis de hemoglobina.

- **Silicio (Si)**

  Proporciona resistencia al tejido conjuntivo, endurece tejidos vegetales como en las gramíneas.

- **Cromo (Cr)**

  Interviene junto a la insulina en la regulación de glucosa en sangre.

- **Zinc (Zn)**

  Actúa como catalizador en muchas reacciones del organismo.

- **Litio (Li)**

  Actúa sobre neurotransmisores y la permeabilidad celular. En dosis adecuada puede prevenir estados depresivos.

- **Molibdeno (Mo)**

  Forma parte de las enzimas vegetales que actúan en la reducción de los nitratos por parte de las plantas.

- **Manganeso (Mn)**

  El manganeso tiene un papel tanto estructural como enzimático. Está presente en distintas enzimas, destacando el superóxido dismutasa de manganeso (Mn-SOD), que cataliza la dismutación de superóxidos.

- **Selenio (Se)**

  El dióxido de selenio es un catalizador adecuado para la oxidación, hidrogenación y deshidrogenación de compuestos orgánicos.

- **Vanadio (V)**

  El vanadio es un elemento esencial en algunos organismos. En humano no está demostrada su esencialidad, aunque existen compuestos de vanadio que imitan y potencian la actividad de la insulina.

BIOMOLÉCULAS

Definición

Son llamados también principios inmediatos, se define así a todas aquellas moléculas que se encuentran formando parte funcional y estructural de un ser vivo

Clasificación

A) Biomoléculas inorgánicas

No derivan o provienen del carbono.

En su estructura no presentan enlaces carbono-carbono o carbono-hidrógeno. Estas son:

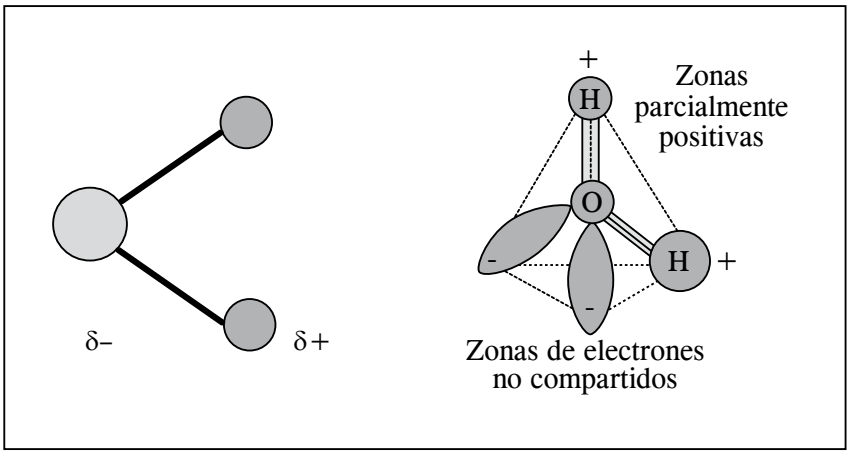
- Agua
- Sales inorgánicas: ClNa, CO_3Ca,CO_4Ca
- Iones inorgánicos
- Gases inorgánicos

1. Agua

El agua conforma el 60-90% de la materia viva. Su abundancia depende de la especie, la edad (menos proporción en individuos más viejos) y la actividad fisiológica del tejido (mayor porcentaje los que tiene mayor actividad como tejido nervioso o muscular). Aparece en el interior de las células, en el líquido tisular y en los líquidos circulantes.

- **Estructura**

El agua es una molécula dipolar: los electrones que comparten el O y el H están desplazados hacia el O por su mayor electronegatividad por lo que esa zona de la molécula tiene una ligera carga negativa y la de los H es ligeramente positiva. Cuando dos moléculas de agua se aproximan, la zona positiva de la molécula y la negativa de otra se atraen. Estas interacciones intermoleculares se conocen como puentes de hidrógeno.



- **Propiedades y funciones biológicas**

A diferencia de otras sustancias de peso molecular semejante, el agua es líquida a temperatura ambiente. Debido a su polaridad el agua es buen disolvente de los compuestos iónicos y polares. Los líquidos orgánicos (citoplasmas, líquido tisular, plasma, linfa, savia, …) son disoluciones acuosas que sirven para el transporte de sustancias y como medio en el que se producen las reacciones metabólicas.

- El agua no sólo es el medio en el que transcurren las reacciones del metabolismo sino que interviene en muchas de ellas como en la fotosíntesis, en las hidrólisis y en las condensaciones.
- El calor específico (calor necesario para elevar 1°C la temperatura de 1 g) es relativamente elevado, así como el calor de vaporización. Gracias a estas dos propiedades el agua interviene en la termorregulación.
- Máxima densidad a 4° C. Como consecuencia al hielo flota sobre el agua líquida, lo que impide los océanos y otras masas menores de agua se congelen de abajo arriba.
- En el agua son elevadas las fuerzas de cohesión (atracción entre las moléculas de agua) y de adhesión (atracción entre el agua y una superficie) lo cual origina los fenómenos de capilaridad por los que el agua asciende en contra de la gravedad por conductos de diámetro muy fino (capilares). Estos fenómenos contribuyen al transporte de sustancias vegetales.
- Igual que otros líquidos el agua es incompresible y actúa como amortiguador mecánico (líquido amniótico, líquido sinovial) o como esqueleto hidrostático (líquido celómico en anélidos).

2. Las sales minerales

1. Sales con función estructural

Aparecen precipitadas formando estructuras esqueléticas, como el carbonato de calcio (caparazones calcáreos) o el fosfato de calcio (esqueleto de vertebrados).

2. Sales con función reguladora

Se encuentran ionizadas, disueltas en un medio acuoso.

a) Fenómenos osmóticos

- Ósmosis: Difusión a través de una membrana semipermeable (solo permite el paso del disolvente).
- Medios hipertónicos (el de mayor concentración), hipotónico (el de menor) o isotónico (cuando los dos medio separados por la membrana semipermeable tiene la misma concentración de solutos).
- A través de una membrana semipermeable el agua pasa siempre del medio hipotónico al hipertónico.
- Plasmólisis (pérdida de agua de una célula en un medio hipertónico) y turgencia (la célula se hincha en un medio hipotónico, pudiendo llegar a estallar (lisis) si carece de pared celular y la diferencia de concentraciones es grande).

b) Regulación del pH

- Soluciones amortiguadoras formadas por un ácido débil y su base conjugada (o viceversa).
- El equilibrio $H_2CO_3 \rightarrow HCO_3^- + H^+$ es responsable del mantenimiento del pH en la sangre. Si el pH tiende a acidificarse el exceso de H^+ se une al HCO_3^-(que actúa como base) formándose H_2CO_3 recuperándose el pH inicial. Ante una basificación del medio el equilibrio se desplaza hacia la derecha liberándose H^+ por disociación del H_2CO_3 (un ácido débil) recuperándose también el pH inicial. La regulación es más precisa porque el H_2CO_3 se encuentra en equilibrio con el CO_2 disuelto en el plasma ($CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow HCO_3^- + H^+$).

Problemas resueltos

1. ¿Por qué se dice que el agua es un dipolo?

Resolución

Es un dipolo porque presenta dos cargas (+) y (–) debido a la diferencia de electronegatividad entre el oxígeno y el hidrógeno.

2. ¿Qué se predice cuando hay deficiencia en el organismo de algún bioelemento secundario microconstituyente?

Resolución

La diferencia de un microconstituyente provoca enfermedades carenciales.

3. ¿A qué se llama biomoléculas orgánicas?

Resolución

Se llama así a las moléculas que en su estructura química presentan enlaces C–C y C–H.

Helicopráctica

1. El agua es una molécula _____ porque posee dos cargas _____ y _____.

2. ¿A qué se llama bioelemento primario básico?

_____

_____

_____

3. Los bioelementos secundarios, macroconstituyentes son:

_____

_____

_____

4. El hidrógeno es importante porque

_____

_____

_____

5. El azufre (S) se encuentra en

_____

_____

_____

6. Los buffers o tampones se caracterizan porque

_____

_____

_____

7. El agua es termorregulador porque

_____

_____

_____

8. El calcio interviene en

_____

_____

_____

Helicotaller

Nivel I

1. Son aquellos bioelementos que encontramos formando parte estructural y funcional de la materia viva.

A) Biomoléculas B) Bioelementos
C) Agua D) Sales minerales
E) Ácidos bases

2. En un elemento organógeno, excepto

A) calcio. B) carbono. C) hidrógeno.
D) oxígeno. E) nitrógeno.

Nivel II

3. Es un bioelemento oligogenésico.

A) Carbono B) Hidrógeno C) Oxígeno
D) Nitrógeno E) Sodio

4. Es función del agua, excepto

A) termorregulador.
B) termoaislante.
C) estructural.
D) medio para el metabolismo.
E) disolvente universal.

5. Una molécula de agua puede unirse a otras cuatro mediante

A) sus oxígenos.
B) fuerzas electromagnéticas.
C) enlaces covalentes.
D) unión electrovalente.
E) puentes de hidrógeno.

Nivel III

6. Mantiene(n) constante o equilibrado el pH.

A) Enzimas o biocatalizadores
B) Iones o electrolitos
C) Tampón o buffer
D) Almidones o azúcares
E) Glúcidos o carbohidratos

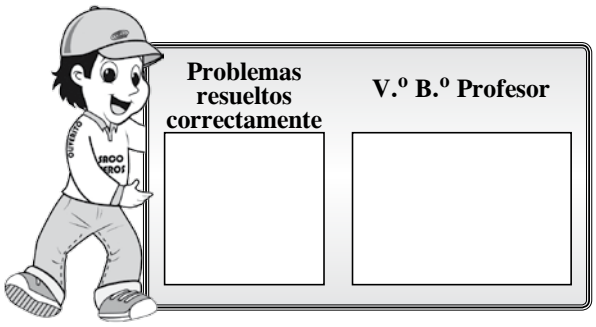
7. El _____ es parte esencial de la molécula de hemoglobina y el _____ de la clorofila.

A) yodo - cloro
B) fósforo - cobre
C) calcio - sodio
D) oxígeno - nitrógeno
E) hierro - magnesio

8. Respecto a lo que mide el pH, indique verdadero (V) o falso (F).

- La concentración de iones H ( )
- El grado de acidez o alcalinidad ( )
- La cantidad de H^+ en términos de logaritmo ( )

A) VVV
B) VFV
C) VFF
D) FVV
E) VVF



Autoevaluación

Nivel I

1. Indique el bioelemento organógeno.

A) Na
B) Cl
C) Ca
D) H
E) K

2. Indique el bioelemento oligogenésico.

A) Carbono
B) Oxígeno
C) Potasio
D) Hidrógeno
E) Nitrógeno

3. El yodo es importante en la función de

A) hipófisis.
B) tiroides.
C) suprarrenales.
D) páncreas.
E) testículos

Nivel II

4. ¿Qué característica que no corresponde al agua?

A) Es el disolvente universal.
B) Actúa como vehículos de transporte en la circulación de sustancias.
C) Regula la temperatura debido a su elevado calor específico.
D) Mantiene equilibrio osmótico.
E) Posee enlaces de alta energía.

5. El elemento traza en la vitamina B_{12} es el

A) cobre.
B) aluminio.
C) hierro.
D) cobalto.
E) magnesio.

Nivel III

6. No presentan enlaces C – H en su estructura.

A) Proteínas
B) Hormonas
C) Sales
D) Almidones
E) Carbohidratos

7. El elemento que se halla en mayor cantidad en los organismos es el

A) hidrógeno.
B) oxígeno.
C) nitrógeno.
D) carbono.
E) calcio.

8. El pigmento hemocianina presenta el bioelemento

A) I.
B) Fe.
C) Cu.
D) Mg.
E) Co.

Desafío helicoidal

9. ¿Cuál es la causa de la polaridad del agua?

_____

_____

_____

10. ¿Qué característica del calcio le permite cumplir múltiples funciones?

_____

_____

_____

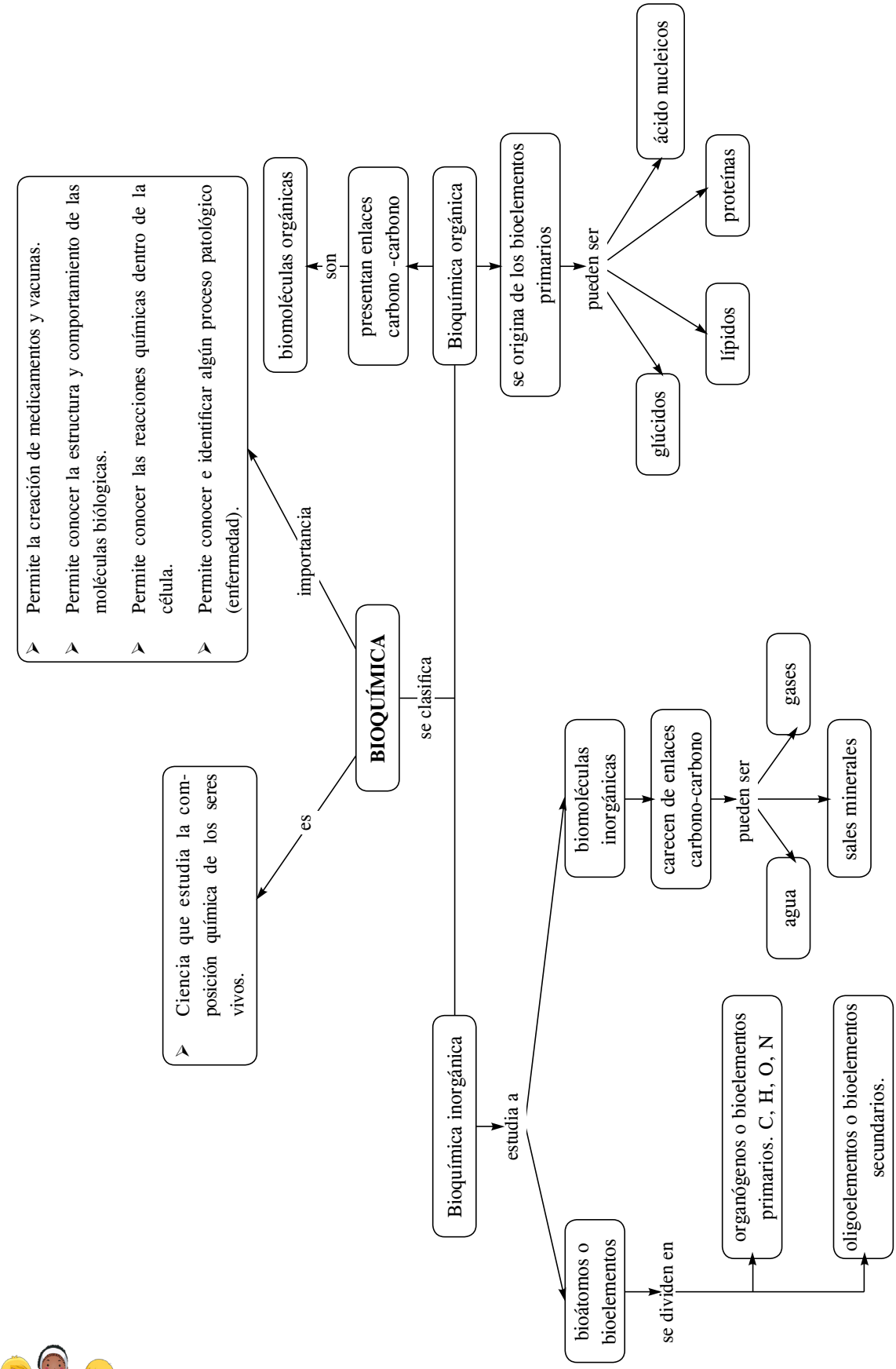
11. ¿Cómo se da el puente de hidrógeno?

_____

_____

_____

Síntesis


BIOQUÍMICA
es
Ciencia que estudia la composición química de los seres vivos.
importancia
Permite la creación de medicamentos y vacunas.
Permite conocer la estructura y comportamiento de las moléculas biólogicas.
Permite conocer las reacciones químicas dentro de la célula.
Permite conocer e identificar algún proceso patológico (enfermedad).
se clasifica
Bioquímica inorgánica
estudia a
biomoléculas inorgánicas
carecen de enlaces carbono-carbono
pueden ser
agua
gases
sales minerales
bioátomos o bioelementos
se dividen en
organógenos o bioelementos primarios. C, H, O, N
oligoelementos o bioelementos secundarios.
Bioquímica orgánica
se origina de los bioelementos primarios
pueden ser
glúcidos
lípidos
proteínas
ácido nucleicos
presentan enlaces carbono -carbono
son
biomoléculas orgánicas

Bibliografía y cibergrafía

Capítulo 1

- ARÉVALO V, Manuel. *Estilos lingüísticos y matemáticos de vida*. Editorial Cosmos. Lima.
- ALVA GALLEGOS, Fernando. *En busca de la felicidad*. Editorial San Marcos. Lima.

Capítulo 2

- http://www.limitecultural.com
- http://www.aprendiendoacultivar/principal/demostraciones.html

Capítulo 3

- ARÉVALO V, Manuel. *Estilos lingüísticos y matemáticos de vida*. Editorial Cosmos. Lima.
- http://www.aprendiendoacultivar/principal/demostraciones.html